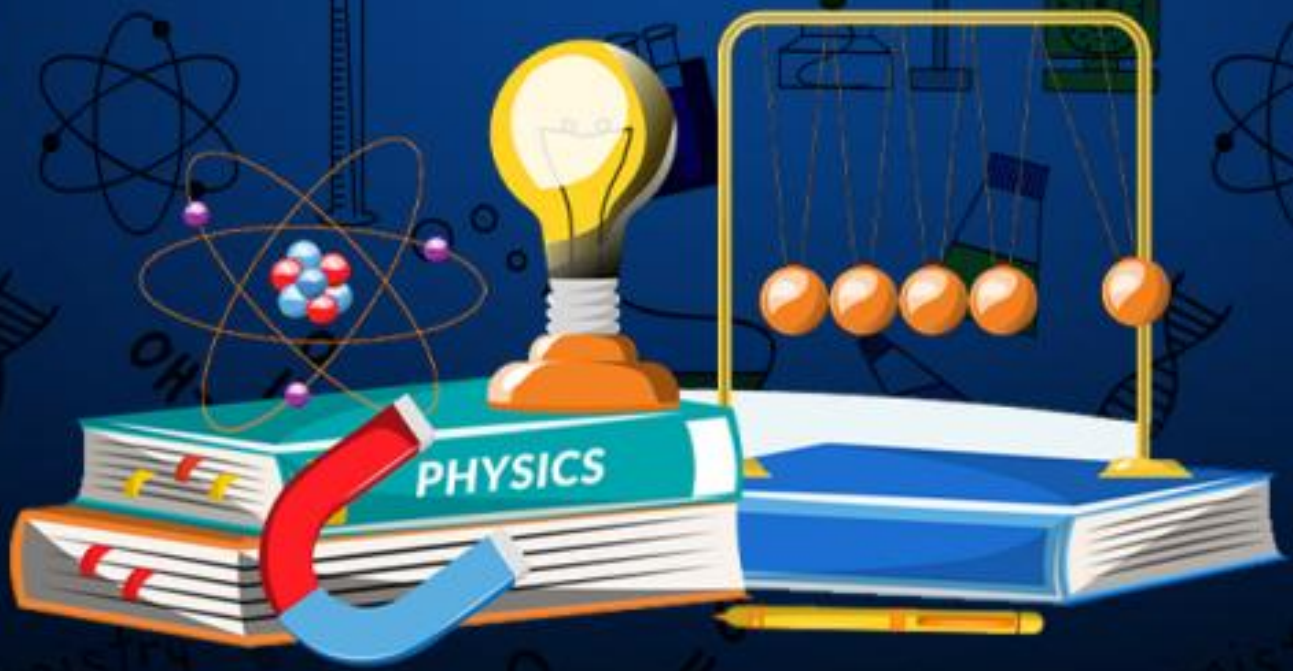
बिहार बोर्ड कक्षा 12 वीं के तैयारी के लिये
सबसे भरोसेमंद संस्थान

PHYSICS

NOTES

कक्षा 12 वीं

बिल्कुल आसान भाषा में



Bihar Board Exam-2025

Download Target Board App || 8114532021, 9263991125

8-विद्युत् चुम्बकीय प्रेरण

विस्थापन धारा की आवश्यकता (Need for Displacement)

फैराडे-लेन्ज (1831) के प्रयोगों से प्राप्त निष्कर्षो पर यह प्रमाणित हुआ कि चुम्बकीय क्षेत्र या चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन से विद्युत क्षेत्र बनता है या प्रेरित वि० वा० बल उत्पन्न होता है।

$$e = \frac{-d\phi_B}{dt} \text{ या } \oint_{\text{lineclored}} \vec{E}\cdot d\vec{l} = \frac{-d\phi_B}{dt}$$

वैज्ञानिकों का मत था कि केवल प्रवाहित वैद्युत धारा ही अपने चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र बना सकती है। एम्पियर के परिपथीय नियम से, एक समांतर प्लेट संधारित्र को परिपथ से जोड़कर धारा प्रवाहित की जाती है। एम्पियर के परिपथीय नियम से,

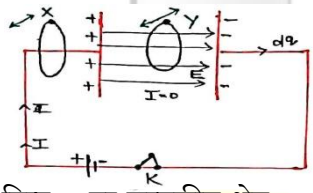
$$\oint \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{net}$$

चित्र से, संधारित्र से बाहर बिन्दु X पर चुम्बकीय क्षेत्र

$$B\oint dl = \mu_0 I_{net}$$

$$B \times 2\pi r = \mu_0 I_{net}$$

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I}{r}$$



संधारित्र की प्लेटों के बीच बिन्दु y पर चुम्बकीय क्षेत्र, यहाँ धारा प्रवाहित नही होती है।

अर्थात् $\oint \vec{B}d\vec{l} = \mu_0 I_{net}$ (यहाँ $I_{net} = 0$)

$B = 0$ परन्तु ऐंसा नही है क्योंकि बिन्दु y पर भी चुम्बक्रिय सुई मे विक्षेप आता है।

अर्थात् संधारित्र की प्लेटों के बीच चुम्बकीय क्षेत्र भी नही होगा। मैक्सकेल ने एम्पियर के परिपथीय नियम में अपना तर्क देते हुए कहा एम्पियर का परिपथीय नियम सत्य तो है परन्तु सभी जगह लागू नही हो सकता इन्होने कहा आवश्यक नही है कि प्रवाहित धारा ही चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करे |समिति के आधार पर हम यह कह सकते है कि जिस प्रकार परिवर्ती चुम्बकीय क्षेत्र, वैद्युत क्षेत्र अत्पन्न करता है $\left(e = \frac{-d\phi}{dt}\right)$ उसी पकार परिवर्ती विद्युत क्षेत्र, च्वुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है।

मैक्सेवल ने बताया प्लेटों के मध्य वैद्युत क्षेत्र में परिवर्तन होता है तथा एक धारा भी निर्वाति में प्रवाहित होती है जिस कारण चुम्बकीय क्षेत्र बिन्दु y पर बना, उस धारा को विस्थापन धारा [Displacement Current] कहते हैं। विस्थापन धारा को I_d से व्यक्त करते हैं।

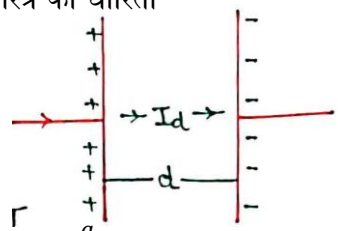
हल जानते है परिपथ में प्रवाहित धारा (चालक धारा) $I_c = \frac{dq}{dt}$

विस्थापन धारा के लिए व्यंजक- संधारित्र की प्लेटों का क्षेत्रफल A, प्लेटों के मध्य दूरी d है व चैद्युत क्षेत्र E है।

$E = \frac{v}{d}$ से, $q = cv$ से, $v = \frac{q}{c}$ तब

$E = \frac{q}{cd}$ यहाँ c = समांतर प्लेट संधारित्र की धारिता

$$C = \frac{A\varepsilon_0}{d}$$



तब $E = \frac{q}{\left(\frac{A\varepsilon_0}{d}\right)\times d} = \frac{q}{A\varepsilon_0}$

अत: $E = \frac{q}{A\varepsilon_0}$

वैद्युत फ्लक्स $\phi_E = E\cdot A = \frac{q}{A\varepsilon_0}\times A = \frac{q}{\varepsilon_0}$

$$q = \phi_E\varepsilon_0 \text{ (गौस का नियम)}$$

दोनों पक्षों का समय t के सापेक्ष अवकलन करने पर

$$\frac{dq}{dt} = \frac{d\phi}{dt}\cdot\varepsilon_0$$

अर्थात् $I_d = \varepsilon_0\frac{d\phi_E}{dt}$ यह विस्थापन धारा का मान है।

प्लेटों के बाहर विस्थापन धारा $I_d = 0$ तथा प्लेटों के बीच चालक धारा $I_c = 0$ अतः आवेशों के प्रवाह के कारण चालकों में जो धारा प्रवाहित होती है उसे I_c चालन धारा कहा जाता है। जो धारा परिवर्तनशील विद्युत क्षेत्र के कारण अस्तित्व में आती है उसे विस्थापन धारा (Id) कहते है।

अतः निष्कर्ष निकलता है चुम्बकीय क्षेत्र सिर्फ चालन वैद्युत धारा से ही नही बक्कि समय के सापेक्ष वैद्युत क्षेत्र में परिवर्तन की दर से भी बन सकता है।

अतः कुल धारा $I = I_c + I_d$ होगी,

व्यापक रुप से एम्पियर का परिपथीय नियम होगा

$$\oint \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0(I_c + I_d) = \mu_0\left(I_c + \varepsilon_0\frac{d\phi_l}{dt}\right)$$

इसे, एम्पियर-मैक्सवेल परिपथीय नियम कहते है।

मैक्सवेल के समीकरण - मैक्सवेल ने विद्युत तथा चुम्बकत्व के आधार भूत नियमों को गणितीय रुप दिया।

1. विद्युत का गौस का नियम(Gauss' Law of Electricity)

$$\oint \vec{E}\cdot d\vec{A} = \frac{q}{\varepsilon_0} \text{ या } \phi_{b\times d} = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

किसी बन्द पृष्ठ से बिद्युत फ्लक्स पृष्ठ से घिरें कुल आवेश का $\frac{1}{\varepsilon_0}$ गुन होता है।

2. चुम्बकत्व का गौस का नियम (Gauss' Law of Magnetism) किसी बन्द प्रष्ठ से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स शून्य

होता है।

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$$

क्योंकि चुम्बकीय बल रेखाएँ बन्द प्रष्ठ बनाती हैं अर्थात जितनी बल रखाएं बाहर की ओर जाती है उतनी ही प्रवेश। करती है।

3. विद्युत चुम्बकीय प्रेरण का फैराडे का नियम (Faraday's Law of Electromagnetic Induction) किसी बन्द परिपथ में प्रेरित वि० वा० बल परिपथ से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन की दर का ऋणात्मक मान होता है।

$$\oint \vec{E} \cdot \vec{dl} = \frac{-d\phi_k}{dt} \text{ या } e = \frac{-d\phi_l}{dt}$$

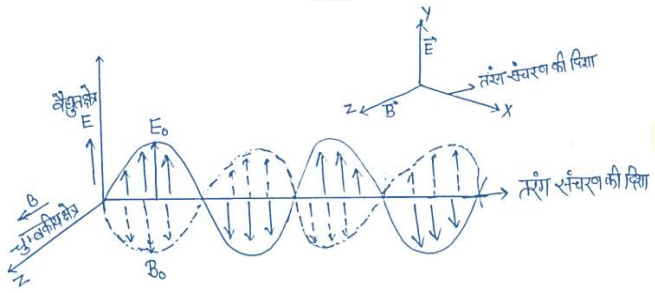
4. एम्पियर-मैक्सवेल परिपथीय नियम (Ampere-Maxwell's Circuital Law)- इसके अनुसार, किसी बन्द परिपथ की सीमा के अनुदिश चुम्बकीय क्षेत्र का रेखीय समाकलन चालन धारा तथा विस्थापन धारा के योग का μ_0 गुना होता है।

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_b(I_c + I_d) \quad \text{जहाँ } I_c = \frac{dq}{dt}$$

$$I_d = \varepsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt}$$

◈ वैद्युत चुम्बकीय तरंगे ◈

मैक्सवेल का वैद्युत चुम्बकीय तरंग सिद्धान्त → इसके अनुसार "जब किसी वैद्युत परिपथ में प्रवाहित धारा बहुत उच्च आवृत्ति से परिवर्तित होती है अर्थात् परिपथ में उच्च अवृत्ति के दोलन होते है या कोई आवेशित कण त्वरित गति करता है तो उसकी ऊर्जा तरंगो के रुप में उत्सर्जित होने लगती है। इन्हे विद्युत चुम्बकीय तरंगे कहते है। इन्हे संचरण के लिए किसी माध्यम की आवश्यक्ता नही होती। ये अनुप्रस्थ तरंग होती है। वैद्युत चुम्बकीय तरंगो में वैद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ तथा चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ परस्पर लम्बवत् तथा तरंग के संचरण की दिशा के भी लम्बवत् समान कला आवर्ती रुप से परिवर्तित होते है।



◈ वैद्युत चुम्बकीय तरंगो के अभिलक्षण ◈

(1) ये त्वरित आवेशित कणों द्वारा उत्पन्न की जाती है।

(2) इनके संचरण के लिए माध्यम की आवश्यक्ता नही होती अत: ये तरंगे निवात में भी संचरित होती है।

(3) ये तरंगे निवति में $\frac{1}{\sqrt{H_0 \varepsilon_0}}$ वेग से संचरित होती है जिसका मान निर्वात में प्रकाश की चाल 3×10^8 मीटर / सेकण्ड के बराबर होता है।

(4) वैद्युत एवं चुम्बकीय क्षेत्र समय के सापेक्ष समान क्रा में कम्पन करते है तथा इनके बीच $\frac{\pi}{2}$ का कलान्तर होता है।

(5) ये वैद्युत एवं चुम्बकीय क्षेत्र साथ-2 शून्य तथा अधिकतम मान प्राप्त करते है। निवति में इन क्षेत्रों के अधिकतम मानों का अनुपात $\frac{E_0}{B_0} = C$ होता है।

(6) यदि वै०-चु०तरंग x-अक्ष के अनुदिश वाति कर रही है तथा वैद्युत क्षेत्र सदिश Y-अक्ष, चुम्बकीय क्षेत्र B: सदिश Z-अक्ष अक्ष के अनुदिश हो तब इनके समीकरण-

($y = a(\sin \omega t - kx)$ जहा a = आयाम → इस प्रकार)

वैद्युत क्षेत्र $\vec{E} = E_y\hat{j} = E_0 \sin(\omega t - kx)\hat{j}$ तथा

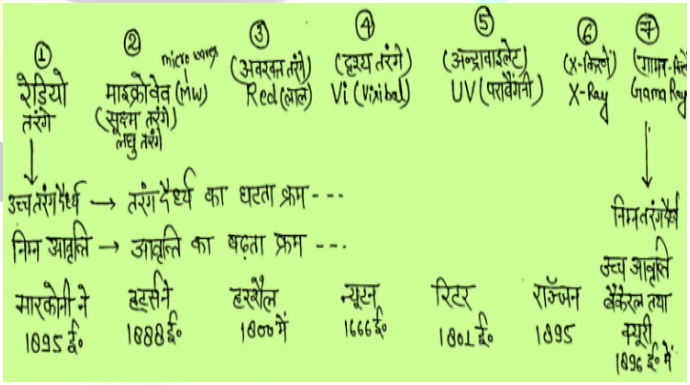
$E_x = 0, E_z = 0$

चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B} = B_z\hat{k} = B_0 \sin(\omega t - kx)\hat{k}$ तथा

$B_x = 0, B_y = 0$ जहाँ $\omega = 2\pi\nu$ तथा $k = \frac{2\pi}{\lambda}$

वैद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम:- तरंगदैर्ध्यों के क्रम के आधार पर वैद्युत चुम्बकीय तरंगो का व्यवस्थित क्रम वैद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम कहलाता है।

Trick- याद रखने के लिए - रेडियो को माइक्रोवेब मे जोड़ते ही लाल दिखाई (विजिबल) देगा UV (युवराज सिंह) आएगे उनका x-रे होगा जिससे गम भूल जाएगें।



वैज्ञानिकों के नाम याद रखने की ट्रिक -

"लहर गांव के एक राजा अहमद को परी दर्शन हुए

लहर (1)	गांव (2)	एकराजा (3)	अह (4)	मद (5)	परी (6)	दर्शन (7)
लघु तरंगे	गामा किरणे	एक्स किरणें	अवरक्त	दीर्घ तरंगे	पराबैंगनी	द्रश्य तरंगे
हर्ट्ज (हर)	वेकुरल (व)	राएंटजन	हरशैल	मारकोनी	रिटर	न्यूटन

(1). गमा – किरणें (γ – Rays)

तरंगदैर्ध्य परिसर :1×10^{-14} से 1×10^{-10} मीटर तक।

आवृत्ति परिसर :3×10^{22} से 3×10^{18} हर्ट्ज तक।

उत्पादन परमाणुओं के नाभिकों का विघटन होने पर उत्सर्जित : होती हैं।

गुण : फोटोग्राफिक प्लेटों पर रासायनिक क्रिया ,प्रतिदीप्ति , हानिकारक। मनुष्य के लिये ,रहित ,स्फुरदीप्ति

उपयोग : परमाणु के नाभिक की संरचना के सम्बन्ध में सूचना देती हैं। ये चिकित्सा में कैंसर कोशिकाओं को नष्ट करने के लिये भी उपयोगी हैं।

2 . एक्सकिरणे- (Rays-X)

तरंगदैर्ध्य परिसर : 1×10^{-13} से 3×10^{-8} मीटर तक।

आवृत्ति परिसर : 3×10^{21} से 1×10^{16} हर्ट्ज तक।

उत्पादन तीव्रगामी इलेक्ट्रॉनों के उच्च परमाणु: - क्रमांक के लक्ष्य पर ।

गुण :γपरन्तु भेदन ,किरणों वाले सभी गुण- - क्षमता कम होती

उपयोग- परमाणु के भीतरी इलेक्ट्रॉन कोश की संरचना के : जानने में

(3 पराबैंगनी विकिरण violet Radiation-Ultra)

तरंगदैर्ध्य परिसर :6×10^{-10} से 4×10^{-7} मीटर तक।

आवृत्ति परिसर :5×10^{17} से 7.5×10^{14} हर्ट्ज तक।

उत्पादन गर्म निर्वात् स्पार्क तथा आयनित ,स्पार्क ,आर्क ,सूर्य : गैसोंद्वारा उत्पन्न होता है।

गुण :γ- किरणों वाले सभी गुणपरन्तु कम भेदन करने वाली , ,हैं

उपयोग- नकली ,अदृश्य लिखाई :दस्तावेजोंअंगुली के , निशानों का पता लगाने में तथा खाने की वस्तुओं के संरक्षण में। जल शोधक में पराबैंगनी लैम्पों का उपयोग जीवाणुओं को मारने में होता है।

(4दृश्य विकिरण (Visible Radiation)

तरंगदैर्ध्य परिसर :4×10^{-7} से 7×10^{-7} मीटर तक।

आवृत्ति परिसर :7.5×10^{14} से 4×10^{14} हर्ट्ज तक।

उत्पादन आयनित गैसों के उत्तेजित परमाणुओं द्वारा तथा : तापदीप्त वस्तुओं से विकिरत। incandescent

गुण ,ध्रुवण ,विवर्तन ,व्यतिकरण ,अपवर्तन ,परावर्तन : ,वैद्युत प्रभाव-प्रकाश फोटोग्राफिक क्रिया तथा दृष्टि संवेदन tsensation of sigh

उपयोग : हमारे नेत्र तरंगदैर्ध्यों के इस परास के लिये संवेदनशील हैं। विभिन्न जन्तु तरंगदैर्ध्यों के विभिन्न परासों के लिये संवेदनशील हैं। उदाहरणार्थ सर्प अवरक्त तरंगों को संसूचित कर सकते हैं। अणुओं की संरचना तथा परमाणु के बाह्य कोशों में इलेक्ट्रॉनों के प्रबन्धन का पता लगाने में होता है।

(5अवरक्त विकिरण red Radiation-Infra)

तरंगदैर्ध्य परिसर : 7×10^{-7} से 5×10^{-3} मीटर तक।

आवृत्ति परिसर :4×10^{14} से 6×10^{10} हर्ट्ज तक।

उत्पादन गर्म वस्तुओं से तथा अणुओं में घूर्णन तथा कम्पनिक : संक्रमणों द्वारा।

गुण – ताप:पुँजों तथा बोलोमीटर इत्यादि पर thermopiles विवर्त ,अपवर्तन ,परावर्तन ,प्रभाव-ऊष्मीय फोटोग्राफी क्रिया।

उपयोग- युद्ध के दिनों में ,पौध घरों में पौधों को गर्म रखने में: कोहरे व धुन्ध के पार देखने में होताहै।

6.सूक्ष्म अथवा माइक्रोतरंगें Microwaves)

तरंगदैर्ध्य परिसर : 1×10^{-3} से 3×10^{-1} मीटर तक।

आवृत्ति परिसर : 3×10^{11} से 1×10^{9} हर्ट्ज तक।

उत्पादन विशेष निर्वातित नलिका में दोलित्र धारा से तथा : वैद्युत परिपथों

गुण :परावर्तन व ध्रुवण।

उपयोग :अपनी लघु तरंगदैर्ध्य के कारण विमान संचालन में रेडार प्रणाली ।

.(7 रेडियो तरंगें Radio Waves)

तरंगदैर्ध्य परिसर :1×10^{-1} से 1×10^{4} मीटर तक।

आवृत्ति परिसर :3×10^{9} से 3×10^{4} हर्ट्ज तक।

उत्पादन oscillating electric) परिपथों-दोलित्र विद्युत: circuits

गुण विवर्तित होती है। ,परावर्तित:

उपयोग :रेडियो एवं दूरदर्शन की संचार प्रणालियों मेंसेल्यूलर , फोनों में

OBJECTIVE QUESTION

1. निम्नलिखित में किस वैज्ञानिक ने सर्वप्रथम यह पता लगाया कि प्रकाश भी विद्युत-चुंबकीय तरंग है?
(a) जगदीशचंद्र बसु (b) मारकोनी
(c) हर्ट्ज (d) मैक्सवेल

2. बेतारी तार संचार का आविष्कार किया था
(a) मैक्सवेल ने (b) हर्ट्ज ने
(c) मारकोनी ने (d) जगदीशचंद्र बसु ने

3. प्रयोगशाला में विद्युत-चुंबकीय तरंगों को उत्पन्न करके उनके अस्तित्व का सर्वप्रथम प्रदर्शन किसने किया ?
(a) मैक्सवेल ने (b) हर्ट्ज ने
(c) मारकोनी ने (d) जगदीशचंद्र बसु ने

4. निम्न में किस विद्युत-चुंबकीय तरंग की आवृत्ति महत्तम होती है?
(a) गामा किरणें (b) रेडियो तरंगें
(c) अवरक्त किरणें (d) पराबैंगनी किरणें

5. निम्नलिखित में किनका उपयोग पौधा-घरों में होता है?
(a) गामा किरणों का (b) X -किरणों का
(c) पराबैंगनी किरणों का (d) अवरक्त किरणों का

6. निम्नलिखित में कौन विद्युत-चुंबकीय तरंग नहीं है?
(a) प्रकाश तरंगें (b) एक्स किरणें
(c) ध्वनि तरंगें (d) अवरक्त किरणें

7. X -किरणें हैं [BB 2023]
(a) गतिमान इलेक्ट्रॉन
(b) गतिमान धनात्मक आयन
(c) विद्युत-चुंबकीय तरंग
(d) गतिमान ऋणात्मक आयन

8. कोहरे में फोटोग्राफी के लिए प्रयुक्त होती है
(a) पोलेरॉइड (b) पराबैंगनी किरणें
(c) X-किरणें (d) अवरक्त किरणें

9. एक्स किरणों के गुण वैसे ही हैं, जैसे
(a) α-किरणों के (b) β-किरणों के
(c) γ-किरणों के (d) कैथोड किरागों के

10. किसी विद्युत-चुंबकीय तरंग का $\vec{E}$ सदिश X-अक्ष के अनुदिश तथा $\vec{H}$ सदिश Z-अक्ष के अनुदिश हैं। उस तरंग की गति की दिशा होगी
(a) X -अक्ष के अनुदिश (b) Y -अक्ष के अनुदिश
(c) Z -अक्ष के अनुदिश (d) किसी भी दिशा में

11. चुंबकीय क्षेत्र B तथा विद्युत-क्षेत्र E के अनुपात (B/E) का मात्रक होता है [BB 2017]
(a) ms^{-1} (b) sm^{-1}
(c) m s (d) ms^{-2}

12. निर्वात में विद्युत-चुंबकीय तरंगों की चाल होती है
(a) $\mu_0\epsilon_0$ (b) $\sqrt{\mu_0\epsilon_0}$
(c) $1/\sqrt{\mu_0\epsilon_0}$ (d) $1/\mu_0\epsilon_0$

14. विद्युत-चुंबकीय तरंग के संचरण की दिशा होती है
(a) $\vec{E}$ के समांतर (b) $\vec{B}$ के समांतर
(c) $\vec{B}\times\vec{E}$ के समांतर (d) $\vec{E}\times\vec{B}$ के समांतर

15. विद्युत-चुंबकीय तरंगों में विद्युतीय घटक तथा चुंबकीय घटक के बीच कलांतर होता है
(a) π (b) शून्य
(c) $\frac{\pi}{3}$ (d) $\frac{\pi}{2}$

16. निम्नलिखित में किस विद्युत – चुंबकीय विकिरण का तरंगदैर्ध्य न्यूनतम है?
(a) पराबैंगनी किरणें (b) X -किरणें
(c) गामा किरणें (d) सूक्ष्म किरणें

17. संधारित्र के आवेशन के क्रम में इसकी प्लेटों के बीच रहता है
(a) केवल विद्युत-क्षेत्र $(\vec{E})$
(b) केवल चुंबकीय क्षेत्र $(\vec{B})$
(c) $\vec{E}$ एवं $\vec{B}$ दोनों एक ही दिशा में
(d) $\vec{E}$ एवं $\vec{B}$ दोनों परस्पर लंबवत दिशाओं में

18. किसी द्रव्यात्मक माध्यम में विद्युत – चुंबकीय तरंग की चाल निर्भर नहीं करती हैं –
(a) तरंगदैर्ध्य पर (b) आवृत्ति पर
(c) तीव्रता पर (d) परावैद्युतता पर

19. विद्युत-चुंबकीय तरंगों की प्रकृति होती है
(a) अनुप्रस्थ (b) अनुदैर्ध्य
(c) ' a ' और ' b ' दोनों (d) विद्युतीय

20. विद्युत-चुंबकीय तरंगों का विचलन हो सकता है
(a) केवल विद्युत-क्षेत्र द्वारा
(b) केवल चुंबकीयंय क्षेत्र द्वारा

(c) विद्युतीय तथा चुंबकीय क्षेत्र दोनों द्वारा
(d) इनमें कोई नहीं

21. किसी विद्युत-चुंबकीय विकिरण की ऊर्जा 13.2 keV है। यह विकिरण जिस क्षेत्र से संबंधित है, वह है
(a) दृश्य प्रकाश (b) पराबैंगनी
(c) X –किरण (d) अवरक्त

22. निर्वात में संचरित विद्युत-चुंबकीय क्षेत्र को निम्नलिखित समीकरणों से व्यक्त किया जाता है$E = E_0\sin(\omega t - kx); B = B_0\sin(\omega t - kx)$, तब
(a) $E_0{}^{\omega} = B_0 k$ (b) $E_0 B_0 = \omega k$
(c) $E_0 k = B_0 \omega$ (d) इनमें कोई नहीं

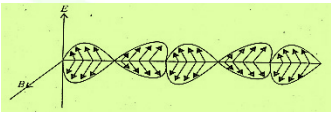
23. जब प्रकाश शून्य में गमन करता है, तो उसके साथ जुड़े विद्युतीय क्षेत्र एवं चुंबकीय क्षेत्र
(a) समय के साथ स्थिर रहते है
(c) का औसत मान शून्य से अधिक होता है
(b) का औसत मान शून्य होता है
(d) बेतरतीब ढंग से बदलते रहते हैं

24. यदि गामा किरण, एक्स किरण एवं माइक्रोतरंग की निर्वात में चाल क्रमशः v_g, v_x एवं v_m हो, तो
(a) $v_g = v_x = v_m$
(b) $v_g > v_x > v_m$
(c) $v_g > v_x < v_m$
(d) $v_g < v_x < v_m$

SUBJECTIVE QUESTION

1. विद्युत चुम्बकीय तरंग क्या है? इसके दो गुण लिखिये।

Ans- 1. विद्युत चुम्बकीय तरंगें वे तरंगें होती है जो एक दूसरे के लम्बवत् तलों में विद्युत क्षेत्र और चुम्बकीय क्षेत्र के दोलनों से बनी होती है, तथा तरंग संचरण की दिशा दोनों क्षेत्रो के लम्बवत् होती हैं।



गुण –

(i). विद्युत चुम्बकीय तरंग अनुप्रस्थ तरंग होता है।

(ii). विद्युत चुम्बकीय तरंग की चाल $\frac{1}{\sqrt{\mu_0\epsilon_0}}$ के बराबर होता है, अर्थात् $c = \frac{1}{1}$ अर्थात्

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0\epsilon_0}} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

2. X- किरणों के किन्हीं दो गुणों को लिखें।

Ans- (i). ये चुम्बकीय क्षेत्र तथा विद्युत क्षेत्र द्वारा विचलित नही होता है।

(ii). इसकी गति प्रकाश के वेग के बराबर होती है।

3- लेजर किरणों के किन्हीं चार मुख्य विशेषताओं को बताइए।

Ans- लेजर किरणों के चार मुख्य विशेषता निम्न है-
(i). लेजर किरणें उच्च समान्तर दिशा में रहते हैं।
(ii). लेजर किरणें एकवर्णी तथा कला संबद्ध (coherent) होता हैं।
(iii). लेजर किरणों को तीव्र कर सकते है।
(iv). लेजर किरणें, दूसरे स्रोतों की अपेक्षा अधिक तीव्रता रखती हैं।

4- किसी विद्युत – चुम्बकीय क्षेत्र तरंग से जुड़े वैद्युत ऊर्जा घनत्व एवं चुम्बकीय ऊर्जा घनत्व का व्यंजक लिखें तथा दर्शाइए कि उनका अनुपात 1 होता है।

Ans- हम जानते हैं, वैद्युत ऊर्जा घनत्व $= \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2$

चुम्बकीय ऊर्जा ' घनत्व $= \frac{1}{2}\frac{B^2}{\mu_0}$

$\because$ दोनों का अनुपात $= \frac{\frac{1}{2}E^2}{\frac{1B^2}{2\mu_0}} = \epsilon_0\mu_0\frac{E^2}{B^2}$

$= \epsilon_0\mu_0 c^2 \left(\because \frac{E}{B} = c \text{ या } \mu_0\,\epsilon_0 = \frac{1}{c^2}\right)$

$= \frac{1}{c^2} \times c^2 = 1$